

ダブルミキシングをしたセメント系材料の流動化効果

広島大学 正会員 田澤 栄一 広島大学 正会員 米倉 亜州夫
 広島大学 学生員 ベネディクト・ムタシワ 広島大学 学生員 〇劉 剣平

1. 前書き

ダブルミキシング(DM)はセメントに一次水という水の一部を加えて練混ぜた後、二次水という水の残部を加えて練混ぜる方法である、この方法では従来の練混ぜ方法であるシングルミキシング(SM)と比べ、セメントペーストのブリージング低減効果が大きいことが明らかにされている。高性能減水剤はセメント粒子の分散効果が大きく、著しい減水性能を持っているため、セメント系材料の流動化効果やブリージングにも大きな影響を及ぼす。高性能減水剤の種類によって、同一添加率における流動性が異なり、ダブルミキシングを行った時のブリージングの生じ方が異ってくる。本研究では、化学構造が異なる高性能減水剤7種類を用い、同一モルタルフロー値が得られる減水剤添加率を調べ、これを基にセメントペーストのダブルミキシングを行ない、高性能減水剤の使用がどの程度セメントペーストのブリージング率に影響しているを調べることを目的とした。

2. 実験概要

本研究で使用した高性能減水剤を表-1に示す、セメントは普通ポルトランドセメント(比重:3.16、ブレン値:3270cm²/g)、細骨材は極東細砂(比重:2.67、吸水率:1.90%、F.M.:2.51)を用いた。

まず、高性能減水剤の種類による、セメント系材料の流動化効果の相違を調べるため、モルタルフロー試験を行った。この試験はW/C=30%、S/C=2の条件下で、同じコンシステンシー高性能減水剤添加率を求めるため、すなわち、モルタルフロー値が200±15mmとなる、モルタルフロー値と高性能減水剤の添加率の関係を求めた。シングルミキシング及びダブルミキシング方法を表-2に示す。なお、このときの添加率は後述のセメントペーストのブリージング試験において高性能減水剤の添加率を設定する際の基準として採用した。セメントペーストのW/Cは60%とした。練混ぜはシングルミキシング及びダブルミキシングにより行い、後者についてはW₁/Cを18%から26%の間で設定した。更に、温度は10℃と20℃の2段階を設定し、それぞれの条件下でブリージング率を測定した。

3. 実験結果及び考察

ダブルミキシング方法によるモルタルフロー試験について、フロー値が200±15mmになるそれぞれの高性能減水剤の添加率を表-3に示した。

表-1 使用した高性能減水剤の区分

高性能減水剤	化学主成分	固形分濃度
S	特殊高分子スルホン酸塩	26.7%
NSF	ナフタリンスルホン酸ポルマリン高縮合物塩	40%
PE.C.S	POEフェニルエーテル・カルボン酸・スルホン酸縮合物	25%
C.S	末端スルホン基を有するポリカルボン酸基含有多元ポリマー	26%
A.S	ポリアルキルアリルスルホン酸塩	30%
C	特殊アニオン系高分子界面活性剤	20%
AM.S	芳香族アミノスルホン酸系高分子化合物	30%

表-2 SM及びDMの練混ぜ方法

SM	(W+SP)→(+C) L:0.5分→練り混ぜ H:5分
DM	(W ₁ +SP)→(+C) L:0.5分→一次練り H:3分→(+W ₂)→二次練り H:2分
SM:シングルミキシング DM:ダブルミキシング	
C:セメント W:水 SP:高性能減水剤	
W ₁ :一次水 W ₂ :二次水 L:低速 H:高速	

表-3 200±15mmフローとなる各種減水剤の添加率 (C×%)

種類	PE.C.S	S	C	C.S	AM.S	NSF	A.S
添加率	0.34%	0.50%	0.50%	0.75%	0.75%	1.15%	2.20%
フロー値	190	185	213	203	199	196	192

図-1には表-3を求めるための根拠となったモルタルフロー値と高性能減水剤の添加率の関係を示した。この図によれば、モルタルフロー値はいずれの場合も高性能減水剤の添加率の増大につれて増大している。PE.C.Sはほかの6種類の高性能減水剤と比べ、最も小さい添加率でフロー値が $200 \pm 15\text{mm}$ となっている。

図-2は、シングルミキシング及びダブルミキシングの場合で、 $W/C=60\%$ のセメントペーストのブリージング率の測定結果を示したものである。シングルミキシングの場合は、ブリージング率がダブルミキシングの場合より著しく大きくなっている。

また、ダブルミキシングではブリージング率が最小となる W_1/C が高性能減水剤の種類により異なることが明らかになった。ブリージング率が最小となる W_1/C は図-1において流動化効果の大きな高性能減水剤ほど小さくなっているが、ブリージング率の値はほぼ同じであった。

図-3によって、高性能減水剤のS及びNSFを用いた場合、セメントペーストの温度が 20°C の時のブリージング率が 10°C の場合より一部で小さくなっている W_1/C の範囲が存在する。これは 20°C の場合、 10°C の時より水和反応が早い時期から始まり、そのため、ブリージングがやや抑制されたと考えられる。

一方、高性能減水剤のPE.C.S及びC.Sを用いた場合、図-4に示すように、セメントペーストの温度が 10°C の時がブリージング率が小さくなっている W_1/C の範囲があり、これは高性能減水剤の化学成分の相違により、セメントの吸着速度あるいは吸着の仕方などが異なるためと考えられる。また上記4種類の高性能減水剤ではいずれの場合も、温度の相違による影響がほとんど見られない W_1/C の範囲が存在した。

その違うメカニズムを明らかにするために、ダブルミキシングをした、高性能減水剤の種類によってセメントとの化学及び物理的な複合作用を調べる必要があると思われる。また、ダブルミキシング効果や流動化効果に及ぼす影響について一層試験していく必要があると考えられる。

4. まとめ

- (1) PE.C.Sは他の6種類の高性能減水剤と比べ、少ない添加率で流動化効果が最も大きい。
- (2) ダブルミキシングによるブリージング率の低減は、高性能減水剤を用いた場合も認められる。
- (3) ブリージング率が最小となる W_1/C は高性能減水剤の種類により異なる。
- (4) ダブルミキシングをしたセメントペーストのブリージング率は、高性能減水剤の種類により温度の変化による影響が異なる。
- (5) いずれの高性能減水剤も温度が 10°C と 20°C の条件下でブリージング率が両者でほぼ同一となる W_1/C の範囲が存在する。

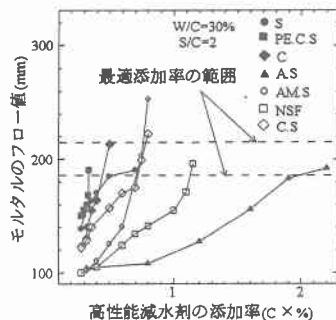


図-1 添加率とフロー値の関係

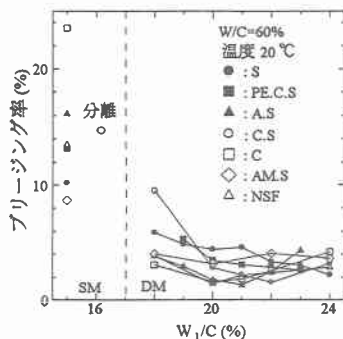


図-2 SM及びDMのブリージングと W_1/C の関係

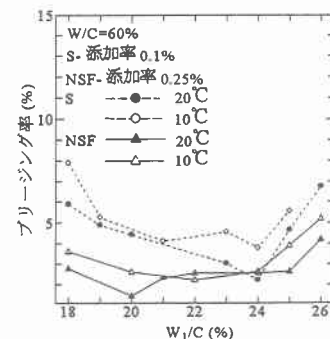


図-3 温度によるブリージングと W_1/C の関係

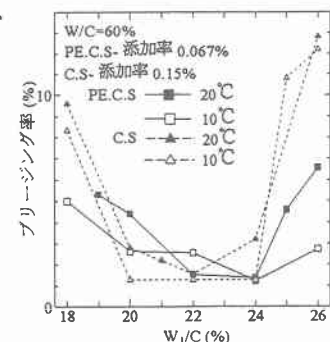


図-4 温度によるブリージングと W_1/C の関係